

北京工业大学

试卷十二

2002 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：材料科学基础

适用专业：材料学

一、名词解释 (12 分, 每个 2 分)

- | | | |
|----------|---------|-----------|
| 1. 肖特基缺陷 | 2. 上坡扩散 | 3. 同质异构体 |
| 4. 重心法则 | 5. 惯习面 | 6. 重合位置点阵 |

二、填空 (10 分, 每个空 0.5 分)

1. 最紧密堆积的晶体结构有两种：一种 (1)，每个晶胞中有 (2) 个原子；另一种是 (3)，每个晶胞中有 (4) 个原子。
 2. 金刚石结构中，碳是 (5) 键连接，配位数为 (6)。
 3. 螺位错线与柏氏矢量的位置关系是 (7)，刃位错线与柏氏矢量的位置关系是 (8)，位错线与柏氏矢量斜交的位错为 (9)。
 4. 固态相变的驱动力是 (10)，而阻力是 (11) 和 (12)。
 5. 在 A-B-C 三元系的成分三角形中，成分点位于平行于 AB 边的直线上的所有合金其 (13) 组元的含量为定值。
 6. 在拉伸单晶时，滑移面转向与外力轴成 (14) 角度时最易滑移。
 7. 在二元系中，在一定的温度下所发生的转变 $L_1 = L_2 + \alpha$ 叫做 (15) 转变。
 8. 区域提纯依据的原理是 (16)。
 9. 金属材料常用的强化手段有 (17)、(18)、(19) 和 (20)。
- 三、判断正误 (8 分, 每题 1 分) 你认为正确的画“√” 不正确的画“×”。
1. 两侧晶粒位相差小于 2° 的称为大角度晶界。
 2. 刃位错和螺位错都有攀移和滑移运动。
 3. 扩散温度愈高，愈有利于扩散进行。
 4. 热塑性塑料和热固性塑料都可以重复使用。
 5. 由扩散考虑，与大角度晶界迁移率相比，小角度晶界的迁移率较低。

新学由过冷液体内能降低

6. 形成临界晶核时体积自由能的减小只能补偿新增表面能的 $\frac{1}{3}$ $(\frac{2}{3})$.

7. 脆性相以颗粒状弥散分布于另一相基体上是对材料的强韧性较为有利的组织状态。

8. 如果合金在母相态原子的排列是有序的, 则经过马氏体相变后, 马氏体中原子的排列变为无序。

四、禁带半导体材料 (ZnO) 具有纤锌矿六方结构, 请问锌和氧的配位数是多少? 锌填充的是负离子堆积的哪种空隙? 晶胞中这种空隙有多少个? 锌占据了多少? (12分)

五、下列位错反应能否进行? 并说明理由 (10分)

$$b_1 = b_2 + b_3$$

其中: $b_1 = \frac{a}{2} [110]$ $b_2 = \frac{a}{6} [12\bar{1}]$ $b_3 = \frac{a}{6} [211]$ $C(x,t) = C_s - (C_s - C_0) \exp\left(-\frac{D}{x^2}\right)$

六、含碳 0.1% 的碳钢在 930℃ 渗碳, 3 小时渗层厚度为 0.4mm, 某人欲获得 0.8mm 的渗层, 计划用 6 小时, 该人的计划是否正确? 为什么? (12分)

七、什么是调幅分解? 说明发生调幅分解的条件。调幅分解的组织有何特点? (12分)

八、简要说明晶界迁移的驱动力和影响晶界迁移的主要因素。 (10分)

九、根据图 12-1 的 A-B-C 三元共晶投影图 (14分):

1. 分析合金 n 的结晶过程。

2. 画出不同阶段的组织示意图, 求出结晶完成后组织组成物和相组成物的相对量。

3. 画出 Bb 变温截面。

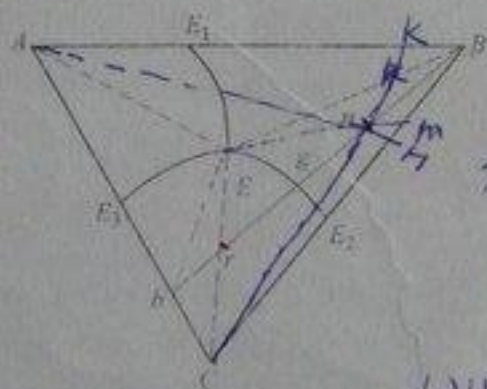


图 12-1 第九题图

$$W_A = \frac{nH}{AH} \times 100\%$$

$$W_B = \frac{nb}{Bb} \times 100\%$$

$$W_C = \frac{nc}{CK} \times 100\%$$

$$W_{\text{相}} = \frac{nq}{qB} \times 100\%$$

$$W_{(A+B+C)} = \frac{mn}{mE} \times 100\%$$

标准答案

一、

1. 热平衡状态下, 离位原子迁移到外表面而形成的空位缺陷。
 2. 在化学位梯度的推动下, 溶质由浓度低的地方向浓度高的地方扩散。
 3. 化学组成相同由于热力学条件不同而形成的不同晶体结构。
 4. 处于三相平衡的合金, 其成分点必位于共轭三角形重心位置。
 5. 固态相变时, 新相往往在母相的一定晶面开始形成, 这个晶面称为惯习面。
 6. 设想两个全同而且彼此重合的点阵 L_1 和 L_2 , 令 L_2 相对于 L_1 作旋转或平移操作后, 两阵处于重合位置的点阵构成新的周期性超点阵。

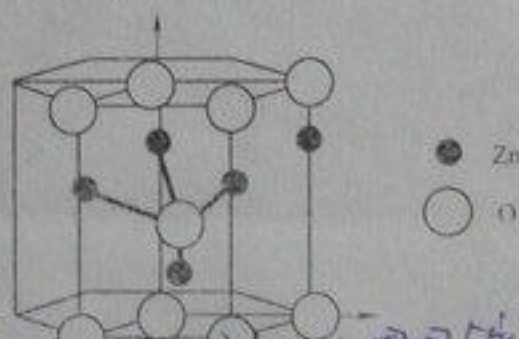
二、

- (1) ABC; (2) 4; (3) AB; (4) 2(或 6); (5) 共价; (6) 4; (7) 平行; (8) 垂直; (9) 混合位错; (10) 新旧相自由能差; (11) 界面能; (12) 应变能; (13) C; (14) 45° ; (15) 偏晶转变; (16) 固溶体定向凝固时溶质再分布(选分结晶); (17) 固溶强化; (18) 细晶强化; (19) 第二相强化; (20) 加工硬化。

三、

1. \times ; 2. \times ; 3. \checkmark ; 4. \times ; 5. \checkmark ; 6. \times ; 7. \checkmark ; 8. \times 。

四、ZnO 结构如图 12-2 所示。



配位数: 指在晶体结构中, 原子或离子的周围与它直接相邻的原子个数或所平衡离子的个数。

锌填充的是负离子堆积的四面体间隙。晶胞中有 2 个 ZnO “分子”, 有 4 个四面体空隙, 锌占据了其中的一半。

五、几何条件: 反应后 $b_2 + b_3 = \frac{a}{6}[12\bar{1}] + \frac{a}{6}[211] = \frac{a}{6}[330] = \frac{a}{2}[110]$

反应前 $b_1 = \frac{a}{2}[110]$

几何条件满足

能量条件：反应后

$$|\vec{b}_2|^2 + |\vec{b}_3|^2 = \frac{a^2}{6^2} [1^2 + 2^2 + (-1)^2] + \frac{a^2}{6^2} [2^2 + 1^2 + 1^2]$$

$$= \frac{a^2}{6} + \frac{a^2}{6} = \frac{a^2}{3}$$

反应前 $|\vec{b}_1|^2 = \frac{a^2}{2^2} (1^2 + 1^2) = \frac{a^2}{2}$

能量条件满足

位错反应可以进行。

六、 $c(x, t) = c_1 + (c_s - c_1) \left(1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right)$

据题意 $c(x_1, t_1) = c(x_2, t_2) = c_s$, c_1 为定值

所以 $\operatorname{erf} \frac{x_1}{2\sqrt{Dt_1}} = \operatorname{erf} \frac{x_2}{2\sqrt{Dt_2}}$

所以 $\frac{x_1}{2\sqrt{Dt_1}} = \frac{x_2}{2\sqrt{Dt_2}}$ $\frac{x_1}{\sqrt{t_1}} = \frac{x_2}{\sqrt{t_2}}$, $\frac{0.4}{\sqrt{3}} = \frac{0.8}{\sqrt{t_2}}$

$$t_2 = \left(\frac{0.8}{0.4} \times \sqrt{3} \right)^2 \text{ h} = 12 \text{ h}$$

故该人的计划不正确。

七、调幅分解是固溶体的一种特殊形式，通过扩散偏聚机制由一种固溶体分解成结构与母相相同而成分不同的两种固溶体。

发生调幅分解的条件：二元合金相图有固溶度间隙的合金，成分自由能曲线有 $\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} < 0$ 的范围，温度足够高，溶质原子可以进行扩散。（自由能下降足够克服梯度能和应变能。这一点不答不扣分）。

调幅组织呈有周期性的图案状，弥散度大，分布均匀，有较高的连通性。

八、晶界迁移驱动力为：变形储能和晶界曲率造成的晶界两侧的化学势差。影响晶界迁移率的主要因素：①溶质原子；②晶界两侧晶粒位向；③温度；④晶界两侧晶粒尺寸。对晶界迁移率的影响：溶质原子降低晶界迁移率，晶界两侧晶粒尺寸降低晶界迁移率。

九、

1. 结合图 12-3a，合金 n 冷却到与液相面相交温度 (t_1) 开始结晶出初晶 B，后 B 增多，随温度下降，液相成分沿 Bn 延长线变化，当液相成分达到 g 点 (t_2 时)，开始发生 $L \rightarrow B + C$ 。温度再降低，(B + C) 增多，L 相成分沿 E_2E 变化。当 L 相成分达到 E 点 (t_3 时)，发生 $L \rightarrow A + B + C$ 共晶转变，共晶转变后温度降低，组织不变化。

2. 不同阶段的组织示意图 12-3b。

相组成物:

$$w_A = \frac{BH}{AB}, \quad w_B = \frac{AK}{AB}, \quad w_C = \frac{HK}{AB}$$

组织组成物:

$$w_B = \frac{ng}{gB}, \quad w_{(A+B+C)} = \frac{nm}{Em}, \quad w_{(B+C)} = 1 - w_B - w_{(A+B+C)}$$

3. Bb 变温截面示意于图 12-3c。

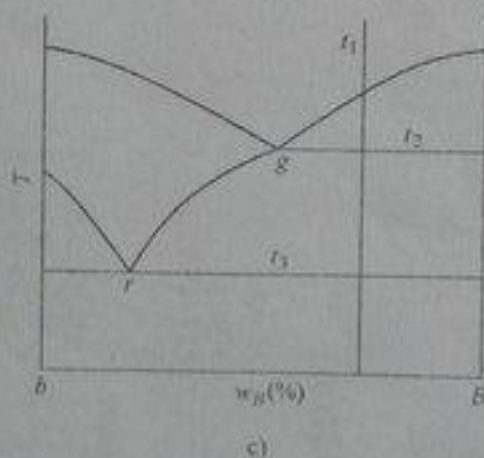
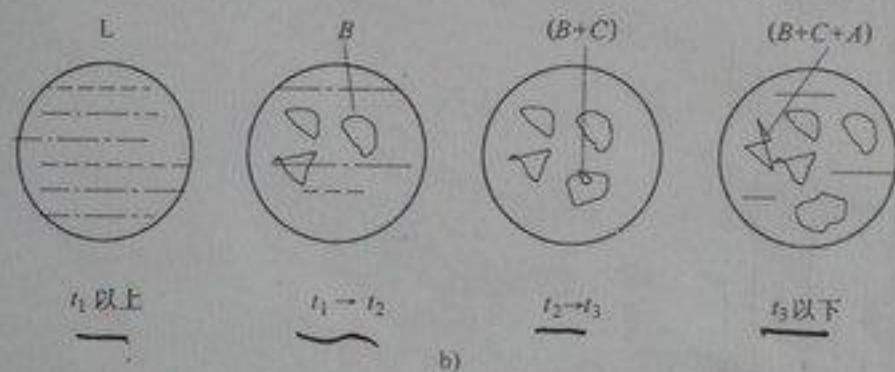
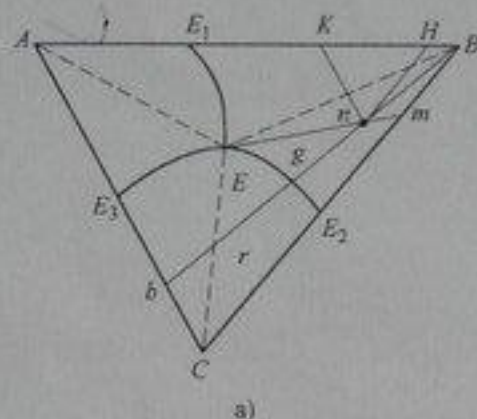


图 12-3 第九题解答图